

**Деундяк М. Техніко-економічне обґрунтування радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання / Деундяк М. // Вісник ТНТУ. — 2012. — Том 67. — № 3. — С.271-277. — (приладобудування та інформаційно-вимірювальні технології).**

**УДК 621.38**

**М. Деундяк**

*Вінницький національний технічний університет*

## **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАДІОВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРИЛАДУ ПОТУЖНОСТІ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**Резюме.** Запропоновано новий високочутливий та точний засіб для перетворення оптичного випромінювання в частотний сигнал з подальшою його обробкою і виведенням на екран приладу. В статті визначено, що впровадження нового приладу дає суттєву умовну річну економію. Річний економічний ефект – 63 287,5 грн., термін окупності – місяць та коефіцієнт ефективності – 11,9, а також, супроводжується зниженням витрат по капітальних вкладеннях, при економії на експлуатаційних витратах. Це дозволяє вважати впровадження приладу економічно виправданим.

**Ключові слова:** радіовимірювальний прилад, потужність оптичного випромінювання, оптико-частотний перетворювач, собівартість, капітальні вкладення, економічний ефект, умовна річна економія, термін окупності, коефіцієнт ефективності

**M. Deundiak**

## **FEASIBILITY STUDY OF RADIOMEASURING DEVICE OF OPTICAL RADIATION POWER**

**Summary.** Radiomeasuring device of optical radiation power possesses better sensitivity, wider range, less errors, greater accuracy and wider operating frequency range. The basic elements of this device are: optical-frequency converter, microcontroller, cymometer, transducers RS-232 and USB-RS-232. Our device allows transmitting signal in a distance. That is why it can be used in measuring of the optical power in telecommunications, communications, and industrial processes. The economic evaluations of the main technical parameters of the designed products are very important. In the article implementation of the new device which provides a substantial annual economic effect of 63 287,5 hrn is. analysed. The compensation period is 1 month and coefficient of efficiency is 11,9. Capital investments and operating expenses are substantially reduced. That is why the suggested device is economically justified. Implementation of radiomeasuring optical and frequency devices in economy will result in great economic benefit. Devices based on electrical measurement techniques provide distance control of technological processes, eliminate the need for human labor on harmful and dangerous jobs, can save production space, increase productivity and ensure continuous operation of the manufacturing process. Thus, advancement in their development and implementation in all branches of the economy is of great importance for establishments and enterprises of different forms of ownership in the instrument making and other industries that produce or operate similar machinery.

**Key words:** radiomeasuring device, power of optical radiation, optical frequency converter, cost, capital investment, economic effect, compensation period, efficiency coefficient.

**Вступ.** Міркування наведені в [1], [2] свідчать, що впровадження нових приладів у телекомунікаціях, зв'язку і технологічних процесах супроводжується великими капітальними вкладеннями, до того ж нові прилади часто не забезпечують необхідну точність і чутливість вимірювання. Отже, існує необхідність проектування приладу, котрий, крім потрібних технічних параметрів, характеризувався б певною економічною вигодою від упровадження.

**Проблема** створення системи уніфікованих радіовимірювальних приладів на основі оптико-частотних перетворювачів з високими метрологічними характеристиками та вихідним сигналом, який можна перетворити у форму коду з незначними похибками, є актуальною.

**Мета роботи** – проведення техніко-економічного обґрунтування застосування радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання на основі оптико-частотного перетворювача та безпроводної технології задля підвищення чутливості, точності вимірювання потужності оптичного випромінювання. Наукова новизна роботи полягає в новому підході до вимірювання потужності оптичного випромінювання на основі реактивних властивостей транзисторних структур та обґрунтуванні його економічної доцільності.

**Завдання дослідження** полягає в оцінюванні економічних характеристик радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання.

При економічному оцінюванні проектованих приладів ставиться завдання визначити, наскільки доцільне розроблення того чи іншого приладу, виявити якому варіанту віддати перевагу і з'ясувати розмір економічного ефекту, який отримає народне господарство від застосування виробу. Прилад не завжди може вважатися ефективним, якщо його застосування призводить до збільшення витрат в експлуатації, навіть якщо він буде дешевшим при виготовленні. Витрати на придбання приладів є одноразовими, а витрати в експлуатації будуть постійно повторюватися протягом усього терміну служби виробу.

Вирішити проблему вимірювання оптичного випромінювання дозволяє пристрій, зображений на рис. 1. Принцип дії оптико-частотного перетворювача ґрунтується на дії зміни оптичного випромінювання, що приймається фотоелектричним, інфрачервоним задавачем. Змінюється вихідна напруга на давачеві, що призводить до зміни ємнісної складової повного опору на електродах колектор-колектор структури біполярних транзисторів, що викликає зміну резонансної частоти коливального контуру.

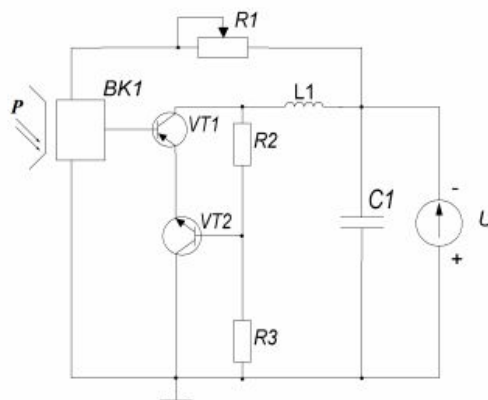


Рисунок 1. Електрична схема оптико-частотного перетворювача на основі біполярної транзисторної структури

Figure 1. Electric scheme of optic-fugueney transformer on the base of biopolar transistor structure

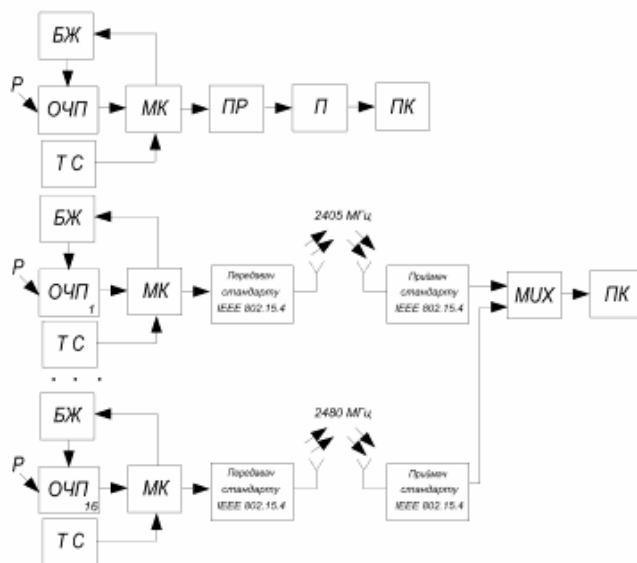


Рисунок 2. Радіовимірювальний прилад потужності оптичного випромінювання  
Figure 2. Radio-measuring device of the optical radiation power

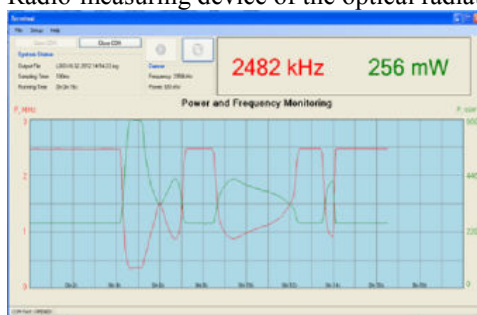


Рисунок 3. Програмне забезпечення радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання  
Figure 3. Software for radio-measuring device of the optical radiation power

Основними частинами радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання є оптико-частотний перетворювач (рис. 1), що складається з піроелектричного чутливого елемента й частотного перетворювача, частотомір на основі мікроконтролера, перетворювач рівня для інтерфейсу RS-232, перетворювач інтерфейсу USB-RS-232. Основне завдання мікроконтролера – підрахунок імпульсів з оптико-частотного перетворювача за командою ПК і передавання їх по інтерфейсу RS-232. Для передавання даних використовується вбудований в мікроконтролер апаратний USART (універсальний синхронно-асинхронний приймач-передавач).

На схемі використано такі позначення: Р – потужність оптичного випромінювання; ЧЕ – чутливий елемент у вигляді піроелектричного кристала; ОЧП – оптико-частотний перетворювач; МК – мікро контролер; ПР – перетворювач рівня для інтерфейсу RS-232p; П – перетворювач інтерфейсу USB-RS-232p; MUX – мультиплексор; ПК – персональний комп’ютер. Також у радіовимірювальному приладі для вимірювання потужності оптичного випромінювання використано передавач і приймач стандарту IEEE 802.15.4 на частоті 2,4 ГГц, за допомогою яких сигнал передається по радіоканалу і приймається в іншій частині простору, що дозволяє вимірювати потужність оптичного випромінювання в кількох віддалених

місцях одночасно і спостерігати її на дисплеї (рис. 3) персонального комп'ютера та зберігати виміряну інформацію у файл.

Програмна частина має такі переваги: можливість налаштування інтервалів читання даних; перегляд у реальному часі графіків; запис, збереження і відкриття даних; режим статичного читання, можливість друкування результатів і графіків; можливість ручного управління послідовним передаванням даних. В основному циклі програми здійснюється прийом даних від комп'ютера послідовним портом. Основні особливості радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання – це покращена точність і чутливість за рахунок використання оптико-частотного перетворювача; інтеграція з USB виводом персонального комп'ютера; живлення від ПК; передавання інформативного сигналу на відстань, що дозволяє повністю виключити похибку оператора при вимірюваннях.

Для правильного вирішення питання про ефективність нової техніки необхідний аналіз трьох показників: додаткові капітальні вкладення, експлуатаційні (поточні) витрати, термін окупності. Ці показники тісно пов'язані між собою, термін окупності визначається на основі перших двох. За цими показниками обчислюється ефективність нового приладу і вирішується питання про його розроблення та впровадження у виробництво. У нашому випадку відомо, що обсяг продукції, яка випускається ( $N$ ), становить 80 000 штук. Відсоток браку становить 7%, внаслідок упровадження нового радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання відсоток браку зменшився до 4%. Собівартість ( $C_1$ ) виготовлення одиниці придатної продукції становить 25 грн. Граничні капітальні витрати ( $K_1$ ) на одиницю придатної продукції складають 2,1 грн.

1. Визначимо собівартість ( $C_2$ ) у розрахунку на одиницю придатної продукції після впровадження нового радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання

$$C_2 = \frac{A'}{A''} \cdot C_1, \quad (1)$$

де  $A'$  – відсоток придатної продукції, що випускається в поточному році, до впровадження нової техніки  $A' = 0,93$ ;  $A''$  – відсоток придатної продукції, що випускається в поточному році, після впровадження нової техніки  $A'' = 0,96$ ;

$$C_2 = \frac{0,93}{0,96} \cdot 25 = 24,21875 \text{ грн.}$$

2. Визначимо капітальні вкладення ( $K_1$ ) в розрахунку на одиницю придатної продукції після впровадження нового радіовимірювального приладу потужності оптичного випромінювання

$$K_2 = \frac{A'}{A''} \cdot K_1. \quad (2)$$

$$K_2 = \frac{0,93}{0,96} \cdot 2,1 = 2,034375 \text{ грн.}$$

3. Визначимо зведені витрати ( $B$ ), які є сумою собівартості та нормативного прибутку

$$B = C + E_N \cdot K, \quad (3)$$

де  $E_N$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень  $E_N = 0,15$ .

Обчислимо зведені витрати ( $B_1$ ) до впровадження нового приладу

$$B_1 = 25 + 0,15 \cdot 2,1 = 25,315 \text{ грн.}$$

Обчислимо зведені витрати ( $B_2$ ) після впровадження нового приладу

$$B_2 = 24,21875 + 0,15 \cdot 2,034375 = 24,52391 \text{ грн.}$$

4. Розрахуємо річний економічний ефект ( $E_p$ )

$$E_p = (B_1 - B_2) \cdot N. \quad (4)$$

$$E_p = (25,315 - 24,52391) \cdot 80000 = 63287,5 \text{ грн.}$$

5. Розрахуємо величину додаткових капітальних вкладень

$$\Delta K = K_2 - K_1, \quad (5)$$

де  $K_2$  – нові капітальні витрати;  $K_1$  – старі капітальні витрати.

$$\Delta K = 2,034375 - 2,1 = -0,065625 \text{ грн.}$$

Отже, внаслідок упровадження нової техніки додаткові капітальні вкладення знизилися на 0,065 грн. на одиницю виготовленої продукції.

6. Одним із основних показників при визначенні економічної ефективності є умовна річна економія, тобто суми, отримані від зниження виробничих витрат на підприємстві або іншому об'єкті в результаті впровадження нової техніки (УРЕ). Її визначаємо за формулою

$$URE = C_1 - C_2. \quad (6)$$

$$URE = 25 - 24,21875 = 0,78125.$$

7. Визначимо термін окупності  $T_O$  – один із основних показників економічної ефективності

$$T_O = \frac{\Delta K}{URE}, \quad (7)$$

де  $\Delta K$  – додаткові капітальні вкладення;  $URE$  – умовна річна економія.

$$T_O = \frac{0,065625}{0,78125} = 0,084, \text{ тобто 1 місяць.}$$

Коефіцієнт ефективності є величиною, зворотною терміну окупності

$$K_E = \frac{URE}{\Delta K}. \quad (8)$$

$$K_E = \frac{0,78125}{0,065625} = 11,9.$$

Для встановлення економічної ефективності нової техніки необхідно зіставляти терміни окупності або коефіцієнти ефективності з нормативним, тобто з максимальним для даної галузі терміном окупності або коефіцієнтом ефективності.

**Таблиця 1.**

Розраховані значення економічних показників

Назва економічного показника	Розраховане значення	Нормативне значення
------------------------------	----------------------	---------------------

	економічного показника	економічного показника
Додаткові капітальні вкладення ( $\Delta K$ )	0,065	Зменшено додаткові капітальні вкладення на 1 продукції
Умовна річна економія ( $UPE$ )	0,78	Настільки зменшено собівартість на 1 продукції
Термін окупності ( $T_O$ )	1 місяць	2–5 років
Коефіцієнт ефективності ( $K_E$ )	11,9	0,33–0,2

Максимальний термін окупності визначається періодом часу, який буде потрібно, щоб у результаті впровадження досконалішої техніки рівень середньогалузових витрат на одиницю продукції або одиницю роботи виконуваним приладом знизився до рівня витрат, що були в момент упровадження приладу. В області виробництва радіовимірювальних приладів нормативний термін окупності додаткових капітальних вкладень дорівнює трьом, а в окремих галузях – до п'яти років. Коефіцієнти ефективності відповідно становитимуть 0,33 і 0,2. У нашому випадку впровадження нового приладу супроводжується зниженням витрат по капітальних вкладеннях, при економії на експлуатаційних витратах, тобто  $K_1 < K_2$  і  $C_2 < C_1$ .

**Висновки.** Спроековано радіовимірювальний прилад потужності оптичного випромінювання, який має кращу чутливість, ширший діапазон вимірюваних потужностей, меншу граничну похибку, більшу точність вимірювання, а також ширший робочий діапазон частот, який дозволяє проводити вимірювання одночасно в різних точках простору й отримувати дані на дисплеї персонального комп'ютера та зберігати вимірювану інформацію в окремий файл, що дає змогу вважати його ефективним для вимірювання потужності оптичного випромінювання. Впровадження нового приладу супроводжується зниженням витрат по капітальних вкладеннях при економії на експлуатаційних витратах. Він має суттєву умовно-річну економію, річний економічний ефект 63 287,5 грн., термін окупності – місяць (коли середньогалузовий показник 2–5 років) та коефіцієнт ефективності – 11,9. Саму це дозволяє вважати його впровадження доцільним з точки зору економії ресурсів та максимізації прибутку.

**Conclusions.** Radio measuring device of optical power was designed. It possesses better sensitivity, wider range of measured sensitivity, lower limit error, greater accuracy and wider operating frequency range. It allows to measure and obtain data on the PC display and to store the measured information in a separate file simultaneously in different points of space. So, it can be considered to be effective for measuring optical power.

Implementation of the device which results in the reduction of spendings on capital investments while saving on costs. The annual economic effect of it is 63 287.5 hrn. Compensation period is 1 month (usually it is about 2–5 years) and efficiency factor is 11.9. So, it is worthy being implemented as radio measuring device, as it makes possible to save resources and increase profits.

### Список використаної літератури

- Осадчук, О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором [Текст] / О.В. Осадчук. – Вінниця: Універсум–Вінниця, 2000. – 303 с.
- Боженко, Л.І. Метрологія, стандартизація, сертифікація та акредитація [Текст] / Л.І. Боженко. – Львів: Афша, 2004. – 324 с.

3. Яцук, В.О. Методи підвищення точності вимірювань: підручник [Текст] / В.О. Яцук, П.С. Малахівський. – Львів: Бескид Біт, 2008. – 368 с.
4. Побудова математичної моделі оптико-частотного температурного сенсора на основі структури, що складається з пари біполярного і двозатворного польового МДН транзисторів та активної індуктивності [Текст] / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, В.П. Деундяк, М.В. Деундяк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – №2. – 2009. – 237 с.
5. Оптичний сенсор оптичного випромінювання з частотним виходом [Текст] / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук, В.П. Деундяк, М.В. Деундяк. – Пат. України № 33239. – 10.06.2008.
6. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Утверждена постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, Госпланом СССР, Академией наук СССР и Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий от 14 февраля 1977 г. № 48/16/13/3.

*Отримано 22.06.2012*